

# PROBLEMAS, EDUCAÇÃO EM FÍSICA E EDUCAÇÃO PARA A CIDADANIA

*Esmeralda Esteves & Laurinda Leite*

Universidade do Minho, Portugal  
*eazevedo@iep.uminho.pt & lleite@iep.uminho.pt*

## 1. Introdução

As ciências integram os currículos da escolaridade obrigatória nos países ocidentais e é reconhecido o seu papel na formação dos alunos e no desenvolvimento da população em geral (Kolstø, 2001; Norris & Phillips, 2003), pois permite-lhes adquirir competências fundamentais para o exercício da cidadania (Jenkins, 2000). Para que isso se verifique, torna-se necessário organizar o ensino das ciências, especialmente no ensino básico, obrigatório para todos, de modo a desenvolver nos alunos um conjunto de competências que vão para além dos conteúdos conceptuais e procedimentais e que incluam, também, competências relacionadas com o conhecimento epistemológico, o raciocínio, a comunicação e as atitudes, uma vez que todas elas são essenciais para a formação de cidadãos cientificamente cultos (Martins, 2002), capazes de exercer uma cidadania participativa, activa, responsável e informada.

O desenvolvimento de competências nos diversos domínios acima referidos obriga a que o papel do professor se altere, distanciando-se profundamente daquilo que, até aqui, mais frequentemente o caracterizou – a transmissão de conteúdos científicos. No contexto português, o documento “Orientações Curriculares para o 3º ciclo - Ciências Físicas e Naturais” (DEB, 2001) sugere que se use, “...sempre que possível, situações de aprendizagem centradas na resolução de problemas, com interpretação de dados, formulação de problemas e de hipóteses, planeamento de investigações, previsão e avaliação de resultados” (p.7), de modo a promover o pensamento criativo e crítico dos alunos.

Na mesma linha de orientação vem também a recente Reforma Curricular do Ensino Secundário que considera que um dos objectivos do ensino das ciências é contribuir para um aumento do nível de literacia científica e cultural dos alunos, de modo a concretizar a educação dos jovens para o pleno exercício da cidadania democrática (DES, 2001). Também neste caso, se assume o princípio de que é importante “escolher situações-problema do quotidiano, familiares aos alunos, a partir das quais se organizam estratégias de ensino e de aprendizagem que irão reflectir a necessidade de esclarecer conteúdos e processos da Ciência e da Tecnologia” (DES, 2001, p.5), com o intuito de desenvolver, não só conhecimentos conceptuais, mas também capacidades, atitudes e valores. A ideia-chave subjacente a estas orientações é a de que a aprendizagem de conceitos não deve ser encarada como um fim em si

mesma, mas antes como um meio que permite desenvolver competências várias associadas à resolução de problemas.

Entre os especialistas em Educação em Ciências (ex.: Duch, 1996; Ratcliffe & Grace, 2003) existe também consenso em torno da ideia de que a resolução de problemas pode ser uma ferramenta útil para educar os alunos para a cidadania, desde que esses problemas tenham a ver com situações reais e/ou do quotidiano e que a sua resolução permita envolver activamente o aluno no processo de aprendizagem.

## **2. Objectivo do estudo**

Sabendo que a formação de professores, em geral, e de professores de ciências, em particular, é fundamental para o sucesso do ensino (Hoban, 2005), que à palavra problema tem sido atribuída uma grande diversidade de significados (Lopes, 2004) e que o tipo de enunciados dificilmente fomenta o desenvolvimento de competências de nível elevado, os objectivos deste estudo são:

- analisar a (in)compatibilidade das concepções de problema, perfilhadas por futuros professores de Física e Química, com a perspectiva de educação em ciências para a formação de cidadãos cientificamente cultos;
- analisar as opiniões de futuros professores acerca da viabilidade de utilização de problemas em diversas fases de uma sequência de ensino e em diferentes níveis de escolaridade.

## **3. Fundamentação teórica do estudo**

### *3.1. Conceito de Problema e suas funções nos processos de ensino e aprendizagem*

À palavra problema são associados diferentes significados, consoante o contexto em que é utilizada. Por um lado, no dia-a-dia, a palavra problema tem uma conotação negativa, pois refere-se, sobretudo, a um acontecimento, facto ou realidade que causa enorme transtorno e que, à partida, não parece ter uma solução à vista. Por outro lado, sabe-se que, quer alunos quer professores, recorrem frequentemente ao conceito de problema, confundindo-o com outro conceito, o de exercício (Gouveia, Costa & Lopes, 1995). No contexto da Didáctica das Ciências, por problema entende-se um enunciado que apresenta um obstáculo aos sujeitos resolvedores, cuja estratégia de resolução é desconhecida, e que pode ter mais do que uma solução possível ou não ter solução (Watts, 1991; Lopes, 1994; Dumas-Carré & Goffard, 1997; Neto, 1998). Acresce que os problemas podem ser resolvidos de diversas formas, designadamente com base em papel e lápis, actividades laboratoriais, meios informáticos,

trabalhos de campo, entrevistas. Contrariamente ao que acontece com os problemas, os exercícios não apresentam um obstáculo ao resolvidor, na medida em que ele sabe, à partida, o que tem a fazer para encontrar a solução que, por sua vez, é única (Dumas-Carré & Goffard, 1997). Contudo, não existe uma fronteira bem definida entre problema e exercício. Um enunciado pode ser um problema para um aluno e não o ser para outro, dependendo da familiaridade destes com o enunciado em causa (Gouveia, Costa & Lopes, 1995; Dumas-Carré & Goffard, 1997). No entanto, no quadro 1 apresenta-se uma síntese comparativa das características dos enunciados de exercícios e de problemas, elaborada com base em Watts (1991), Lopes (1994), Ramirez *et al* (1994), Gouveia, Costa & Lopes (1995) e Neto (1998), que tem como objectivo clarificar melhor as características diferenciadoras de exercício e problema.

Quadro 1. Características diferenciadoras de Exercício e Problema

<i>Aspectos relacionados com</i>	<i>Exercício</i>	<i>Problema</i>
<i>Exigências cognitivas</i>	- apela a memorização / recordação	- envolve capacidades cognitivas, metacognitivas, afectivas e psicomotoras
<i>Grau de abertura</i>	- questões de orientação	- escassez de orientação
<i>Processo de resolução</i>	- resolução única - solução única	- várias possibilidades de resolução - várias soluções possíveis (ou nenhuma)

Os exercícios baseiam-se na repetição e servem para treinar determinadas operações ou procedimentos matemáticos rotineiros. Por seu lado, os problemas podem ter diferentes tipos de funções no contexto dos processos de ensino e aprendizagem, designadamente:

- ⇒ avaliar as aprendizagens dos alunos, quando usados *após* os processos de ensino e aprendizagem (Dumas-Carré & Goffard, 1997; Lopes, 1994);
- ⇒ aprofundar os conhecimentos dos alunos, se usados *durante* os processos de ensino e aprendizagem (Dumas-Carré & Goffard, 1997; Lopes, 1994; Ramirez *et al.*, 1994);
- ⇒ constituir ponto de partida para a aprendizagem dos alunos, quando colocados no *início* dos processos de ensino e aprendizagem (Watts, 1991; Boud & Feletti, 1997; Lambros, 2002; Lambros, 2004).

Quer os alunos quer os professores reconhecem a importância do recurso a exercícios e a problemas, mas tendem a recorrer a eles no final do processo de ensino para promoverem a aplicação de conhecimentos adquiridos ou para avaliarem as aprendizagens (Freitas, Jiménez & Mellado, 2004). No entanto, desde o último quarto do século XX, tem vindo a crescer o recurso a problemas como ponto de partida para a aprendizagem. Quando isto acontece, diz-se que se tem um ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP).

### 3.2. Resolução de problemas e educação para a cidadania

Aceitando que a formação específica na área das ciências facultada aos alunos do Ensino Básico e do Ensino Secundário tem como uma das principais finalidades munir os alunos de saberes do âmbito das Ciências Físicas e Naturais que confirmem competências de cidadania, e que os ajudem a crescer tanto ao nível pessoal, como a nível social e profissional, parece que o lema deve ser “ensinar menos para ensinar melhor” (DES, 2001, p.6). De facto, mais importante do que aprender muitos conteúdos conceptuais é desenvolver competências importantes que permitam manter actualizada uma cultura científica ao longo da vida, ou seja, que permitam aos cidadãos tornar-se capazes de *aprender a aprender* (Duch, Groh & Allen, 2001). Um cidadão cientificamente culto é uma pessoa que consegue questionar-se, procurar e encontrar respostas que derivam da curiosidade e da necessidade de explicar situações do dia-a-dia pessoal e/ou profissional. Assim, uma pessoa cientificamente culta: é capaz de descrever, explicar e prever fenómenos naturais; é capaz de ler e interpretar artigos sobre assuntos científicos, que surgem na imprensa, na TV, etc.; é capaz de avaliar a sua qualidade/credibilidade científica, e de tomar partido num debate, argumentando com base em evidências científicas e tecnológicas (Hurd, 1998; DeBoer, 2000; O'Neill & Polman, 2004).

Neste contexto a adopção de um ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas é imprescindível, pois, segundo diversos investigadores em educação em ciências (Watts, 1991; Hurd, 1998; Barron, 2000), permite um envolvimento mais activo dos alunos no processo de aprendizagem, está intrinsecamente relacionada com o desenvolvimento de competências e experiências cognitivas e metacognitivas relevantes para a vida quotidiana e encoraja os alunos a tomar decisões e a argumentar sobre assuntos científicos e tecnológicos que preocupam actualmente a sociedade.

Quando os alunos, preferencialmente em grupo, são confrontados com situações problemáticas, reais ou simuladas, relacionadas com temas actuais e/ou que lhes dizem respeito, sentem-se motivados para formular questões problemáticas e, porque as sentem como sendo *suas* (Watts, 1991; Freitas, Jiménez & Mellado, 2004), sentem necessidade de as resolver. Os alunos têm que analisar a situação problemática e que identificar os problemas que ela suscita, os quais começam por ser ambíguos mas, tal como no dia-a-dia, vão sendo clarificados e limitados (Watts, 1991; Ramirez *et al.*, 1994; Dumas-Carré & Goffard, 1997). Posteriormente, e a fim de encontrar soluções para os problemas, os alunos têm que formular hipóteses, em que tentam estabelecer eventuais relações entre variáveis relevantes para os problemas, e que desenhar estratégias de resolução. Nesta fase, os alunos têm que procurar informação em diversas fontes e que seleccionar, reinterpretar e integrar a informação

relevante, podendo ainda ter que realizar actividades laboratoriais, trabalhos de campo, fazer entrevistas, etc. (Watts, 1991; Wellington, 2000). No final do processo de resolução, os grupos de trabalho deverão comunicar aos seus colegas os resultados/soluções obtidos para os problemas iniciais. Havendo preocupação com que os formatos e suportes de apresentação sejam variados (ex: apresentação oral, em poster, debate) e adequados, os alunos têm nesta fase uma oportunidade para desenvolverem diversas competências de comunicação. Por último, e dado que deve ser efectuada uma análise crítica das diversas soluções obtidas, a fim de fazer uma ponte entre o conhecimento prévio e o *novo* conhecimento adquirido através da resolução dos problemas (Watts, 1991; Ramirez *et al.*, 1994; Dumas-Carré & Goffard, 1997; Freitas, Jiménez & Mellado, 2004), os alunos poderão desenvolver competências relacionadas com o pensamento divergente, raciocínio crítico, respeito pelos outros, etc.. Assim, ao aprenderem resolvendo problemas, os alunos desenvolvem não só competências características de resolução de problemas, mas também outras competências transversais (Watts, 1991), todas elas relevantes para o dia-a-dia do cidadão.

#### **4. Metodologia**

Participaram no estudo 34 estudantes universitários que frequentavam o quarto ano da Licenciatura em Ensino de Física e Química da Universidade do Minho no ano lectivo de 2004/2005. Estes alunos, futuros professores de Física e Química, representavam aproximadamente 90% dos estudantes desse ano do curso.

Para efeitos de recolha de dados, tendo em conta os objectivos deste estudo e as vantagens e limitações relativas das diferentes técnicas de recolha de dados (Ghiglione & Matalon, 1997), recorreu-se ao inquérito por questionário, por se considerar que esta técnica permitia aos alunos expressar as suas ideias mas manter o anonimato e, assim, evitar que eles sentissem essa expressão como uma ameaça, por pensarem que poderia ter eventuais efeitos na avaliação final da disciplina de cuja equipa docente faziam parte as autoras do estudo. Optou-se por um questionário, composto por perguntas de escolha múltipla, seguidas de pedido de justificação, e por perguntas de resposta aberta, de modo a permitir aos respondentes apresentar as suas razões e expressar as suas opiniões. O questionário foi elaborado pelas autoras e incidia em aspectos relacionados com os conceitos de exercício e de problema e com a viabilidade de utilização de problemas nas várias fases do processo de ensino das ciências e nos diferentes níveis de escolaridade.

A recolha de dados teve lugar no segundo semestre de 2004/05, antes da abordagem do módulo “Resolução de Problemas e Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas”, onde se tratam, entre outros, os assuntos abordados no questionário. Os participantes no estudo responderam, em situação de exame, ao questionário que foi aplicado por uma das autoras. Dado tratar-se de uma amostra disponível (McMillan & Schumacher, 2001), os resultados obtidos terão de ser interpretados sem pretensão de generalização aos restantes futuros professores de Física e Química.

Os dados foram tratados de modo a identificar as concepções que os futuros professores perfilhavam sobre o conceito de problema e sua relação com as concepções de exercício, bem como sobre a viabilidade de utilização de problemas em diferentes fases e níveis de ensino.

## 5. Apresentação e análise dos resultados

Na tabela 1 encontram-se os resultados da análise das definições de exercício e problema fornecidas pelos participantes neste estudo, futuros professores de Física e Química.

Tabela 1: Concepções de exercício e problema perfilhadas pelos futuros professores

(N = 34)

Aspectos relacionados com	Concepções de			
	<i>Exercício</i>	%	<i>Problema</i>	%
<i>Exigências cognitivas</i>			Exigência predominante de raciocínio	47,1
			Dificuldade conceptual maior do que no exercício	17,7
	Aplicação de conhecimentos previamente adquiridos	26,5		
	Relação entre conceitos inexistente	2,9	Relação entre conceitos existente	17,7
	Fornecimento de todos os dados	2,9		
			Nem sempre tem resposta	5,9
<i>Grau de abertura</i>	Actividade muito direccionada	26,5	Actividade geral e abrangente	8,8
<i>Processo de resolução</i>	Recurso a expressões e cálculos matemáticos	35,3	Recurso a cálculos matemáticos complexos	8,8
	Resolução mecanizada	8,8	Recurso a formulação de hipóteses, pesquisa, resolução, etc.	11,8
	Não sabe / Não responde	14,7	Não sabe / Não responde	20,6

Desta análise constatou-se que as definições fornecidas pelos futuros professores incidem em três aspectos: exigências cognitivas, grau de abertura e processo de resolução. Cerca de 15% não respondem ou afirmam que não sabem definir exercício e cerca de 20% não respondem ou afirmam não saber definir problema.

Relativamente ao aspecto relacionado com as exigências cognitivas, verifica-se que quase metade dos futuros professores (47,1%) enfatizou a necessidade de raciocinar e/ou

pensar para resolver um problema. Concepções que realçam estes aspectos são compatíveis não só com o conceito de problema, mas também com os resultados que foram obtidos no estudo realizado por Sousa & Fávero (2003). No que diz respeito ao conceito de exercício, 26,5% dos participantes afirmaram que se trata de uma aplicação de conhecimentos previamente adquiridos. Note-se que este tipo de definição é pouco compatível com o significado atribuído pelos especialistas na área (Watts, 1991; Ramirez *et al*, 1994; Lopes, 1994; Gouveia, Costa & Lopes, 1995; Neto, 1998), ao termo exercício, o qual tem a ver com a resolução mecânica de actividades rotineiras e, por isso, é incompatível com aplicação, a qual requererá utilização de conhecimentos em novas situações.

Em relação ao grau de abertura, verifica-se que 26,5% dos participantes consideraram o exercício como uma actividade muito direccionada, enquanto três (8,8%) afirmaram que o problema é uma actividade mais geral e abrangente, o que de facto é uma ideia que goza de consenso entre os especialistas na área.

No que respeita às definições centradas no processo de resolução, mais de um terço dos futuros professores (35,3%) referiu que nos exercícios se recorre a expressões e cálculos matemáticos, enquanto que apenas três (8,8%) mencionaram o recurso a cálculos para a resolução de problemas, mas enfatizaram o seu maior grau de complexidade relativamente aos usados nos exercícios. Três participantes (8,8%) incidiram, também, na resolução mecanizada dos exercícios. A propósito da resolução de problemas, quatro futuros professores mencionaram a necessidade de seguir diversas etapas, tais como formulação de hipóteses, pesquisa de informação e implementação de estratégias de resolução.

Fazendo uma análise global da tabela 1, verifica-se que, tal como seria desejável, há mais referências a elevadas exigências cognitivas nas definições de problema, apresentadas pelos futuros professores, e mais referências a expressões e cálculos matemáticos nas definições de exercício. Contudo, e porque as concepções perfilhadas pelos futuros professores podem influenciar as suas práticas docentes, as concepções de exercício e problema precisam ser trabalhadas afim de se tornarem mais compatíveis com os respectivos conceitos.

Pediu-se também aos participantes neste estudo que manifestassem a sua opinião quanto à viabilidade de utilização de problemas nos diferentes níveis de escolaridade e nas diferentes fases dos processos de ensino e de aprendizagem. Uma análise global das tabelas 2, 3 e 4 permite constatar que as opiniões dos futuros professores se alteram à medida que se progride do ensino básico para o superior. De facto, enquanto que quando está em causa o ensino básico (tabela 2), quase todos os participantes (94,1%) consideraram inviável ou pouco

viável o recurso a problemas no início dos processos de ensino e de aprendizagem, no caso do ensino secundário (tabela 3) cerca de 60% já o consideram razoavelmente viável ou viável e, quando se passa para o ensino superior (tabela 4), esta percentagem passa para 85%.

Tabela 2: Viabilidade de utilização de problemas no ensino básico e razões apontadas

(N = 34)

Fase do processo de E e A	Grau de viabilidade	Ensino Básico		
		%	Razões	f
Início	1	50,0 (n = 17)	- exige conhecimentos conceptuais inexistentes	32
	2	44,1 (n = 15)		
	3	5,9 (n = 2)	- permite a detecção de concepções dos alunos - promove a motivação dos alunos	1 1
	4	0,0		
Durante	1	2,9 (n = 1)	- exige conhecimentos conceptuais inexistentes	1
	2	23,5 (n = 8)	- exige conhecimentos conceptuais inexistentes	4
			- exige conhecimentos conceptuais já presentes	3
			- permite desenvolver competências de resolução de problemas	1
			- ajuda o professor a avaliar as aprendizagens dos alunos	1
3	61,8 (n = 21)	- exige conhecimentos conceptuais já presentes - ajuda o professor a avaliar as aprendizagens dos alunos - permite desenvolver competências de resolução de problemas - promove a motivação dos alunos	13 6 2 1	
4	11,8 (n = 4)	- exige conhecimentos conceptuais já presentes - permite desenvolver competências de resolução de problemas	4 1	
Fim	1	5,9 (n = 2)	- prejudica a avaliação dos alunos - ajuda o professor a avaliar as aprendizagens dos alunos	1 1
	2	5,9 (n = 2)	- exige conhecimentos conceptuais já presentes	1
			- ajuda o professor a avaliar as aprendizagens dos alunos	1
	3	32,4 (n = 11)	- ajuda o professor a avaliar as aprendizagens dos alunos	4
			- permite desenvolver competências de resolução de problemas	4
			- exige conhecimentos conceptuais já existentes	3
			- promove a motivação dos alunos	1
	4	55,9 (n = 19)	- ajuda o professor a avaliar as aprendizagens dos alunos - exige conhecimentos conceptuais já existentes - permite desenvolver competências de resolução de problemas - permite consolidar a matéria dada	10 6 4 1

*Nota:* A escala utilizada foi: 1- inviável; 2- pouco viável; 3- razoavelmente viável; 4- viável

No ensino básico, os futuros professores justificam os baixos graus de viabilidade com base na falta de conhecimentos conceptuais por parte dos alunos. Provavelmente, a razão que os leva a manifestar esta opinião é que, segundo eles, os alunos necessitam aprender conceitos/conteúdos para depois os aplicarem na resolução dos problemas. Estas ideias foram também obtidas no estudo realizado por Sousa & Fávero (2003) com professores de Física. Apenas dois futuros professores consideraram que é razoavelmente viável usar problemas no início do processo, porque, segundo eles, os problemas permitem ao professor detectar concepções/ideias prévias dos alunos e motivam os alunos para “novas” aprendizagens. De destacar que no ensino básico nenhum participante considerou viável a utilização de



problemas no início dos processos de ensino e aprendizagem, facto que pode estar associado às suas concepções de problema e que os levam a considerar que estes alunos não têm ainda conhecimentos suficientes para aplicar na resolução dos problemas.

A tabela 2 mostra ainda que a maioria dos participantes (73,6%) considera razoavelmente viável ou viável a utilização de problemas durante os processos de ensino e de aprendizagem. A justificação mais frequente (17 futuros professores) para esta opinião está relacionada com a existência de conhecimentos conceptuais por parte dos aprendentes. Contudo, cerca de um quarto dos participantes considerou inviável ou pouco viável a utilização de problemas nesta fase, sendo os argumentos avançados por cinco futuros professores baseados, de novo, na falta de conhecimentos conceptuais dos aprendentes. Esta justificação evidencia, mais uma vez, que os futuros professores têm dificuldade em aceitar os problemas como pontos de partida ou meios para a aprendizagem.

No que diz respeito à fase final dos processos de ensino e de aprendizagem, apenas quatro participantes consideraram ser inviável ou pouco viável o recurso a problemas e dois destes argumentam que a utilização de problemas, nesta fase, ajuda o professor a avaliar os seus alunos. A grande maioria (30 dos 34) dos participantes considerou razoavelmente viável (32,4%) ou viável (55,9%) a utilização de problemas na fase final dos processos de ensino e aprendizagem e argumentam a favor destes elevados graus de viabilidade com base no facto de os problemas permitirem avaliar as aprendizagens dos alunos (14 futuros professores) e desenvolver as suas competências de resolução de problemas (oito futuros professores). Constata-se, ainda, que são muito poucos (quatro futuros professores) os futuros professores que referem o desenvolvimento de competências de resolução de problemas, sendo que nenhum menciona outras competências, tais como tomadas de decisão, pesquisa de informação, relação interpessoal, comunicação, as quais, como defende Barron (2000), são essenciais para o exercício de uma cidadania activa e informada.

Quando os participantes se pronunciam sobre a viabilidade de utilização de problemas no ensino secundário, verifica-se que, em relação ao seu uso no início dos processos de ensino e de aprendizagem, as opiniões dos futuros professores continuam divididas (tabela 3). Cerca de 41% consideram essa utilização inviável ou pouco viável. Seis deles justificam estes baixos graus de viabilidade com base na falta de conhecimentos conceptuais por parte dos alunos. Embora outros cinco participantes reconheçam a existência de alguns dos conhecimentos que seriam necessários e dois futuros professores reconheçam que os problemas promovem o desenvolvimento de competências de resolução de problemas, continuam a considerá-los pouco viáveis nesta fase. Um participante menciona que a

resolução de problemas exige autonomia por parte dos alunos, facto que o leva a considerar a resolução de problemas pouco viável. Mais de metade dos futuros professores (58,8%) consideraram razoavelmente viável ou viável a utilização dos problemas no início dos processos de ensino e aprendizagem. As justificações apontadas estão relacionadas com o facto de os alunos já possuírem conhecimentos conceptuais (presumivelmente adquiridos ao nível do ensino básico), com o facto de esta utilização dos problemas promover uma maior motivação para a aprendizagem e, também, desenvolver competências de resolução de problemas nos alunos.

Tabela 3: Viabilidade de utilização de problemas no ensino secundário e razões apontadas

(N = 34)

Fase do processo de E e A	Grau de viabilidade	Ensino Secundário		
		%	Razões	f
<i>Início</i>	<b>1</b>	8,8 (n = 3)	- exige conhecimentos conceptuais inexistentes	3
	<b>2</b>	32,4 (n = 11)	- exige alguns conhecimentos conceptuais já presentes - exige conhecimentos conceptuais inexistentes - permite desenvolver competências de resolução de problemas - exige autonomia já presente nos alunos	5 3 2 1
	<b>3</b>	50,0 (n = 17)	- exige alguns conhecimentos conceptuais já presentes - promove a motivação dos alunos - permite desenvolver competências de resolução de problemas - permite a detecção de concepções dos alunos - exige autonomia já presente nos alunos	12 3 2 1 1
	<b>4</b>	8,8 (n = 3)	- exige autonomia já presente nos alunos - promove a motivação dos alunos - permite desenvolver competências de resolução de problemas	2 1 1
<i>Durante</i>	<b>1</b>	2,9 (n = 1)	- exige conhecimentos conceptuais inexistentes	1
	<b>2</b>	0,0 (n = 0)		
	<b>3</b>	47,1 (n = 16)	- exige conhecimentos conceptuais já presentes - ajuda o professor a avaliar as aprendizagens dos alunos - permite desenvolver competências de resolução de problemas	11 3 3
	<b>4</b>	50,0 (n = 17)	- exige conhecimentos conceptuais já presentes - ajuda o professor a avaliar as aprendizagens dos alunos - permite desenvolver competências de resolução de problemas - exige autonomia já presente nos alunos	9 4 4 2
<i>Fim</i>	<b>1</b>	2,9 (n = 1)	- prejudica a avaliação dos alunos	1
	<b>2</b>	5,9 (n = 2)	- exige conhecimentos conceptuais já presentes - prejudica a avaliação dos alunos	1 1
	<b>3</b>	11,8 (n = 4)	- ajuda o professor a avaliar as aprendizagens dos alunos - permite desenvolver competências de resolução de problemas - exige conhecimentos conceptuais já existentes	2 1 1
	<b>4</b>	79,4 (n = 27)	- ajuda o professor a avaliar as aprendizagens dos alunos - exige conhecimentos conceptuais já existentes - permite desenvolver competências de resolução de problemas - exige autonomia já presente nos alunos	13 8 7 1

Em relação ao recurso a problemas durante os processos de ensino e de aprendizagem, constata-se que todos os futuros professores (97,1%), excepto um, consideraram

razoavelmente viável ou viável a resolução de problemas nesta fase. Enquanto que 20 participantes justificam este grau de viabilidade com base, de novo, no facto de os alunos já possuírem conhecimentos conceptuais, sete argumentam que este recurso permite ao professor avaliar as aprendizagens dos alunos e outros sete (mais do que no caso do ensino básico) referem o facto de permitir desenvolver competências de resolução de problemas.

No que concerne à fase final dos processos de ensino e de aprendizagem é notório, também, que apenas dois (5,8%) e um futuro professor (2,8%) consideraram, respectivamente, pouco viável e inviável a utilização de problemas. A grande maioria (91,2%) afirmou considerar razoavelmente viável ou viável e justificou, de novo, com base no facto de se tratar de uma ferramenta adequada de avaliação dos alunos por parte dos professores e/ou que permite desenvolver competências dos alunos relativas à resolução de problemas. Acresce que oito futuros professores continuam a realçar o facto de os alunos já possuírem conhecimentos conceptuais para a resolução dos problemas. Sobressai, assim, de novo, a importância atribuída pelos sujeitos aos problemas enquanto “instrumento” de avaliação das aprendizagens previamente efectuadas e o facto de considerarem a disponibilidade de conhecimentos na mente dos alunos como uma condição necessária para a resolução de problemas.

Analisando os dados apresentados na tabela 4, constata-se que, no início dos processos de ensino e de aprendizagem, a maioria dos futuros professores (85,3%) consideraram razoavelmente viável ou viável a utilização de problemas, justificando estes graus de viabilidade com base nos conhecimentos conceptuais já presentes nos alunos, no facto de a resolução de problemas promover o desenvolvimento de competências de resolução de problemas, e no facto de os problemas motivarem os alunos para aprender. Um futuro professor, apesar de considerar a resolução de problemas viável, afirma que os alunos precisam ser autónomos. Contudo, cinco participantes consideraram inviável ou pouco viável a utilização de problemas na fase inicial. Dois deles argumentam com base no facto de os alunos não possuírem conhecimentos conceptuais necessários à resolução dos problemas e os restantes três, apesar de considerarem que os alunos já possuem conhecimentos conceptuais necessários, talvez por questões de hábito, apenas os consideram pouco viáveis.

Nenhum futuro professor considerou inviável nem pouco viável a utilização de problemas durante os processos de ensino e de aprendizagem, no ensino superior. Apenas quatro participantes a consideraram razoavelmente viável, embora tenham justificado com base no facto de os alunos já possuírem conhecimentos conceptuais ( $n = 3$ ) ou de a resolução de problemas ser uma ferramenta adequada para avaliar as aprendizagens dos alunos ( $n = 1$ ).

A grande maioria dos participantes (88,2%) considerou viável o recurso a problemas nesta fase de ensino e aprendizagem. Metade deles argumenta a favor desse elevado grau, de novo, com base no facto de os conhecimentos conceptuais necessários já terem sido adquiridos previamente pelos aprendentes, nove avançam que a resolução de problemas permite desenvolver competências de resolução de problemas, quatro futuros professores destacam o facto de ser uma ferramenta útil para avaliar as aprendizagens dos alunos e outros quatro afirmam que permite consolidar a matéria dada anteriormente. De destacar que apenas um futuro professor justifica a viabilidade dos problemas nesta fase e nível de ensino com base na elevada autonomia dos alunos para resolver os problemas, que considera já estar suficientemente desenvolvida.

Tabela 4: Viabilidade de utilização de problemas no ensino superior e razões apontadas

(N = 34)

Fase do processo de E e A	Grau de viabilidade	Ensino Superior		
		%	Razões	%
<i>Início</i>	<b>1</b>	2,9 (n = 1)	- exige conhecimentos conceptuais inexistentes	1
	<b>2</b>	11,8 (n = 4)	- exige conhecimentos conceptuais já presentes - exige conhecimentos conceptuais inexistentes	3 1
	<b>3</b>	29,4 (n = 10)	- promove a motivação dos alunos - exige conhecimentos conceptuais já presentes - permite desenvolver competências de resolução de problemas	5 4 2
	<b>4</b>	55,9 (n = 19)	- exige conhecimentos conceptuais já presentes - permite desenvolver competências de resolução de problemas - promove a motivação dos alunos - permite a detecção de concepções dos alunos - exige autonomia já presente nos alunos	12 4 2 1 1
<i>Durante</i>	<b>1</b>	0,0 (n = 0)		
	<b>2</b>	0,0 (n = 0)		
	<b>3</b>	11,8 (n = 4)	- exige conhecimentos conceptuais já presentes - ajuda o professor a avaliar as aprendizagens dos alunos	3 1
	<b>4</b>	88,2 (n = 30)	- exige conhecimentos conceptuais já presentes - permite desenvolver competências de resolução de problemas - ajuda o professor a avaliar as aprendizagens dos alunos - permite consolidar a matéria dada - exige autonomia já presente nos alunos	15 9 4 4 1
<i>Fim</i>	<b>1</b>	0,0 (n = 0)		
	<b>2</b>	2,9 (n = 1)	- exige conhecimentos conceptuais já presentes	1
	<b>3</b>	8,8 (n = 3)	- ajuda o professor a avaliar as aprendizagens dos alunos	3
	<b>4</b>	88,2 (n = 30)	- ajuda o professor a avaliar as aprendizagens dos alunos - exige conhecimentos conceptuais já existentes - permite desenvolver competências de resolução de problemas - exige autonomia já presente nos alunos	12 11 7 1

Relativamente à utilização de resolução de problemas no final dos processos de ensino e de aprendizagem, verifica-se que nenhum futuro professor a considerou inviável e que

apenas um a considerou pouco viável, apesar dos conhecimentos conceptuais que considera terem sido já previamente adquiridos pelos aprendentes. Para três futuros professores a utilização de problemas neste nível de ensino, no final do processo, é razoavelmente viável. As justificações apontadas estão, como seria de esperar com base na tradição de utilização de “problemas”, relacionadas com o facto de permitir ao professor avaliar as aprendizagens dos alunos. A grande maioria dos participantes (88,2%) considerou viável a aplicação de problemas nesta fase. No entanto, as suas opiniões dividem-se quanto à razão de ser dessa viabilidade. De facto, e como seria de esperar, enquanto 12 destes futuros professores justificam este grau de viabilidade com base no facto de a resolução de problemas ser uma ferramenta útil para avaliar as aprendizagens dos alunos por parte do professor, 11 argumentam na base de os conhecimentos conceptuais necessários para resolução dos problemas já terem sido adquiridos previamente pelos alunos. Tal como acontece no ensino secundário, também neste caso (ensino superior) se verifica que sete futuros professores realçam o facto de a resolução de problemas ser viável por permitir desenvolver competências de resolução de problemas nos alunos.

Quando se questionou os estudantes que participaram no estudo sobre o recurso a problemas nas diferentes áreas quer da Física quer da Química, verificou-se que 20 consideraram possível utilizar problemas tanto na Física como na Química e 14 apenas consideraram que os problemas só faziam sentido ser utilizados em algumas áreas da Física e da Química. Estas últimas respostas podem ter subjacente uma concepção de problema muito ligada a enunciados que envolvem dados numéricos e cuja resolução exige cálculos e que têm sido muito usados em Física. Como evidenciámos na fundamentação teórica, esta concepção não corresponde ao conceito de problema aceite pela comunidade científica desta área.

## **6. Conclusões e implicações**

Os resultados deste estudo indicam que as concepções de exercício perfilhadas pelos futuros professores são mais concordantes com a literatura na área da Didáctica das Ciências do que as concepções de problema. Para a maior parte destes futuros professores, exercício é essencialmente considerado como uma ferramenta que serve para fomentar a mecanização de conhecimentos conceptuais anteriormente adquiridos e para treino de algoritmos de resolução e, por isso, estão próximas da definição de exercício aceite pelos especialistas na área. As definições de problema são mais incompletas, dado que se centram, essencialmente, nas suas potencialidades da resolução de problemas em termos de desenvolvimento de raciocínio, mas não evidenciam a contribuição dos problemas para a aprendizagem de conceitos e para o

desenvolvimento de outras competências transversais que estão fortemente associadas ao processo de resolução de problemas.

No que respeita à viabilidade de utilização dos problemas, constata-se que a maioria dos participantes considera a utilização de problemas mais viável no ensino secundário e superior e que um elevado número de futuros professores a julgam inviável ou pouco viável no ensino básico. Para além disso, do ensino básico para o ensino superior aumenta o número de futuros professores que considera a utilização de problemas viável no início dos processos de ensino e de aprendizagem, em detrimento do número de futuros professores que os considera viáveis no final desses processos. Este padrão de resultados parece estar associado ao facto de, por um lado, os futuros professores considerarem que a resolução de problemas requer o domínio de conhecimentos a ser usados durante a resolução do problema e, por outro lado, estarem habituados a que os problemas surjam no final dos processos de ensino e aprendizagem. Esta inferência apoia-se nos casos em que os futuros professores, apesar de afirmarem que os alunos já têm conhecimentos, continuam a considerar a resolução de problemas pouco ou apenas moderadamente viável. Assim, quer as concepções sobre problema quer as opiniões acerca da sua utilização nos processos de ensino e de aprendizagem são pouco compatíveis com a perspectiva de educação em ciências para a formação de cidadãos cientificamente cultos.

Neste contexto, parece fundamental prever formas de modificar as concepções dos futuros professores relativas à utilização dos problemas no ensino e na aprendizagem, tornando-as mais compatíveis com abordagens didácticas capazes de preparar os alunos para, quando se tornarem cidadãos de pleno direito, enfrentarem e resolverem os problemas do dia-a-dia, sem que disponham, previamente, de todos os conhecimentos e recursos metodológicos relevantes para o efeito. Acresce que, uma vez que algumas respostas fornecidas pelos futuros professores parecem influenciadas por práticas de utilização e resolução de “problemas” pouco compatíveis com as funções actualmente preconizadas para os problemas em contextos educativos formais, parece necessário encontrar formas de os ajudar a ganhar confiança e capacidade de lidar com situações problemáticas do dia a dia, onde normalmente não existe uma resposta dita correcta, a fim de, como alertam Ratcliffe & Grace (2003), não se correr o risco de, quando se tornarem professores, evitarem a utilização de problemas em sala de aula por sentirem dificuldades em lidar com tais situações ou, até, poderem vir a considerar os problemas do dia-a-dia inadequados no contexto da aprendizagem das ciências, por alguns, ainda, ditas exactas.

## Referências bibliográficas

- BARRON, B.: Achieving coordination in collaborative problem-solving groups. Em *The Journal of the Learning Sciences*, 2000, vol.9, n.4, pp 403-436.
- BOUD, D. & FELETTI, G.: Changing problem-based learning. Introduction to second edition.- Em BOUD, D & FELETTI, G (Eds): *The challenge of Problem-Based Learning*: Londres: Kogan Page, 1997.- pp. 1-14.
- DEB: *Orientações Curriculares para o 3ºciclo do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação, 2001.
- DEBOER, G.: Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. Em *Journal of Research in Science Teaching*, 2000, vol.37, n.6, pp 582-601.
- DES: *Programa de Física e Química A – 10ºano*. Lisboa: Ministério da Educação, 2001.
- DUCH, B.: Problem-based learning in physics: The power of students teaching students. Em *Journal of College Science Teaching*, 1996, vol.15, n.5, pp 326-329.
- DUCH, B., GROH, S. & ALLEN, D.: Why Problem-Based Learning? A case study of institutional change in undergraduate education. Em DUCH, B. *et al* (Eds): *The Power of Problem-Based Learning*. Virginia: Stylus, 2001.- pp. 3-12.
- DUMAS-CARRÉ, A. & GOFFARD, M. : *Rénover les activités de résolution de problèmes en physique : concepts et démarches*. Paris: Armand Colin, 1997.
- FREITAS, I. & JIMÉNEZ, R. & MELLADO, V.: Solving physics problems: The conceptions and practice of an experienced teacher and an inexperienced teacher. Em *Research in Science Education*, 2004, vol.34, pp 113-133.
- GHIGLIONE, R. & MATALON, B.: *O inquérito: Teoria e prática*. Lisboa: Celta Editora, 1997.
- GOUVEIA, R., COSTA, N. & LOPES, J.: A evolução do conceito de problema em acções de formação de professores de Física e Química. Em ALARCÃO, I. (Ed): *Supervisão de professores e inovação educacional*. Aveiro: CIDine, 1995.- pp. 69-86.
- HOBAN, G.: Developing a multi-linked conceptual framework for teacher education design. Em HOBAN, G. (Ed.): *The missings links in teacher education design*. Dordrecht: Springer, 2005.-pp. 1-17.
- HURD, P.: Scientific literacy: new minds for a changing world. Em *Science Education*, 1998, vol.82, n.3, pp 407-416.
- JENKINS, E.: Science for all: time for a paradigm shift? Em MILLAR, R., LEACH, J. & OSBORNE, J. (Eds): *Improving Science Education*. Buckingham: Open University Press, 2000.-pp 207-226.
- KOLSTØ, S.: Scientific literacy for citizenship: tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. Em *Science Education*, 2001, vol.85, pp 91- 310.
- LAMBROS, A.: *Problem-Based Learning in K-8 classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press, 2002.
- LAMBROS, A.: *Problem-Based Learning in middle and high school classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press, 2004.
- LOPES, J.: *Resolução de Problemas em Física e Química*. Lisboa: Texto Editora, 1994.
- MARTINS, I.: Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. Em *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2002, vol.1, n.1.
- MCMILLAN, J. & SCHUMACHER, S. (5ª ed.): *Research in Education: A conceptual*

introduction. Nova Iorque: Longman, 2001.

NETO, A.: Resolução de problemas em Física. Lisboa: IIE, 1998.

NORRIS, S. & PHILLIPS, L.: How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. Em Science Education, 2003, vol.87, pp 224- 240.

O'NEILL, D. & POLMAN, J.: Why educate “little scientists?” Examining the potential of practice-based scientific literacy. Em Journal of Research in Science Teaching, 2004, vol.41, n.3, pp 234-266.

RAMIREZ, J. *et al.*: La resolución de problemas de física y de química como investigación. Madrid: CIDE, 1994.

RATCLIFFE, M. & GRACE, M.: Science education for citizenship. Maidenhead: Open University Press, 2003.

SOUSA, C. & FÁVERO, M.: Concepções de professores de Física sobre resolução de problemas e o ensino da Física. Em Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003, vol.3, n.1, pp 58-69.

WATTS, M.: The science of problem-solving. Londres: Cassell Education, 1991.

WELLINGTON, J.: Teaching and learning secondary science. Londres: Routledge, 2000.